

PMIP6: Análisis, Evaluación y Comparación de ambientes Proxy Mobile IP en versión 6, aplicado a Redes de Avanzada – Avance de Proyecto

Carlos Taffernaberry*, Sebastian Tobar*, Gustavo Mercado*, Cristian Pérez Monte*, Ines Robles*, Marcela Orbiscay§, Raúl Moralejo*, Joel Noguera*

*GridTICS – Grupo UTN de I&D en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones /
Departamento de Electrónica / Facultad Reg. Mendoza / UTN Rodríguez 273, Capital – Mendoza,
Te +54 261-5244563
{carlos.taffernaberry, gustavo.mercado}@gridtics.frm.utn.edu.ar

§Centro Científico Tecnológico de Mendoza CONICET
Av. Dr Ruiz Leal S/N, Capital - Mendoza
morbis@mendoza-conicet.gob.ar

Resumen

La utilización de redes avanzadas está generando cambios importantes en el ámbito de investigación y educación. Esto permitirá la disponibilidad de nuevas herramientas que aproximen cada vez más a las comunidades científicas y educativas del mundo.

Por otro lado, el modelo de conectividad a Internet actual está limitado en su crecimiento, por la escasez de direcciones disponibles y el aumento de complejidad de su estructura. Una nueva versión del protocolo IP, llamada IPv6 permite superar dichas limitaciones. Las redes avanzadas aprovechan estas mejoras, y están evolucionando rápidamente hacia un enfoque basado en la movilidad de los usuarios gracias a nuevos dispositivos portátiles y redes de acceso con mayor cobertura. El objetivo es que los usuarios puedan ser siempre alcanzables, de manera transparente y con independencia de la red en la que se encuentren. Sin embargo, aunque los protocolos de movilidad están estandarizados desde hace tiempo, aún quedan algunos aspectos que es necesario resolver para permitir el despliegue a gran escala del este servicio.

La importancia del presente proyecto, en lo que respecta a las nuevas herramientas

tecnológicas, radica en que permitirá para Redes de Avanzada, analizar, evaluar y comparar distintas alternativas disponibles de movilidad IP en su versión 6.

Palabras clave: Movilidad IP, IPv6, MIPv6, PMIPv6

Contexto

El presente trabajo está inserto en el proyecto de investigación acreditado por la Universidad Tecnológica Nacional código 25/J084 denominado “SARA-Operation: Diseño y evaluación de metodologías operativas para servicios colaborativos competitivos aplicados a red de avanzada experimental de la región”

Tiene como antecedente el proyecto UTN FRM 25/J069 “SARA-SIX: Análisis, implementación y evaluación de servicios colaborativos competitivos aplicado a la red de avanzada experimental de la región” cuyo director fue Gustavo Mercado.

También colabora con el desarrollo del mismo el Centro Científico Tecnológico de Mendoza CONICET.

Introducción

Hacia fines del siglo XX se produjo la aparición de Internet, la cual introdujo

cambios en todos los ámbitos de nuestras vidas. Sin embargo, a poco tiempo de su incorporación a la vida cotidiana, se fue sintiendo un vacío e insatisfacción en la comunidad científica, educativa y de investigación. Los avances en infraestructura tecnológica desarrollados por las redes avanzadas fue lo que reinstaló la esperanza en dichas comunidades permitiendo el uso exclusivo de herramientas y aplicaciones para mejorar e incrementar sus actividades.

Hoy estas redes son conocidas como redes académicas avanzadas o redes de investigación, y su característica principal es que permiten trabajar a la comunidad de investigadores y académicos en lugares geográficamente distantes mediante mecanismos colaborativos, compartiendo información y recursos a través de una serie de redes interconectadas.

Hay varios ejemplos en el mundo de Redes Avanzadas que utilizan IPv6, como por ejemplo Internet 2 [1], Geant2 [2], Clara (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas) [3]. En nuestro país existe la red Innova [4] que da acceso a redes avanzadas a las instituciones nacionales por intermedio de Clara.

En Mendoza existe la iniciativa ACyT Net (Red Académica Científica y Tecnológica de Mendoza) que une, al momento, Conicet Mendoza, INA, y GridTICS de UTN FRM pretendiendo ser la Red Avanzada de las instituciones metropolitanas de Mendoza.

Con la reciente aparición de dispositivos móviles utilizando tecnologías inalámbricas comenzó a cambiar el modelo de conectividad a Internet con el que se trabaja hasta el presente. Actualmente cuando un usuario se desplaza viajando por distintas redes (roaming), cada una de las nuevas redes visitadas por las que pasa le proporciona una dirección IP diferente a la que poseía, por lo que el usuario no puede mantener una sesión de aplicación abierta durante el desplazamiento. El objetivo de Mobile IP [5] es que se le asigne al dispositivo móvil del usuario un única di-

rección, independientemente de la red en la que se encuentre, permitiendo mantener por ejemplo la sesión en las aplicaciones.

Después de 30 años, la versión 4 del protocolo de Internet (IP) ya no puede seguir brindando escalabilidad por el paulatino agotamiento de las direcciones IP disponibles, debido al ritmo actual de crecimiento de nodos en la red [6].

El tiempo de vida de IPv4 fue extendido por algunos años gracias a técnicas tales como re-utilización de direcciones con traducción (NAT) [7] y uso temporal de asignaciones (CIDR) [8]; en este período IPv6 debe crecer y establecerse definitivamente como sucesor de IPv4.

Algunas características de IPv6 [9] son: Capacidad de direccionamiento expandida, Calidad de servicio (Qos), Autoconfiguración (Neighbour Discovery), Conectividad End to end, Simplificación del formato del encabezamiento y Soporte de Movilidad.

La conjunción entre Redes Avanzadas, Movilidad e IPv6 forma una herramienta poderosa para cumplir con el objetivo de dar impulso a la investigación colaborativa.

El proyecto SARA-Operation, pretende impulsar esta red, instalando y evaluando aplicaciones competitivas y cooperativas, tales como IPv6, VoIP, Movilidad, calidad de Servicio Clustering, Virtualización, Computación Distribuida para la Visualización, entre otras.

Movilidad IP:

La movilidad en redes es un concepto por el cual un nodo es capaz de trasladarse de un punto a otro sin perder su conexión actual, es decir el cambio de red es transparente al usuario.

Los entes principales que participan en una arquitectura móvil [5] son:

- Mobile Node (MN): Dispositivo móvil

- Home Agent (HA): Dispositivo que gestiona la localización del MN, generalmente es un router y se localiza en la red origen del MN.

-Foreign Agent (FA): Dispositivo que se encuentra en la red visitada y coordina con el HA para proveer movilidad.

-Corresponde Node (CN): Dispositivo fijo o móvil que se comunica con el MN.

Podemos citar algunas de las ventajas de Movilidad IPv6 respecto de Movilidad IPv4 [10] que llevaron al presente proyecto a evaluar solo alternativas de la primera:

-En Movilidad IPv6 no son necesarios los Foreign Agents, para ello se usa la auto configuración de direcciones y el descubrimiento de vecinos, características exclusivas del protocolo IPv6.

-Los paquetes en Movilidad IPv4 desde el HA hasta el MN deben ir encapsulados, y en IPv6 ya no es necesario.

-Movilidad IPv6 evita el ruteo triangular.

Existen dos enfoques referidos a la administración de redes móviles IPv6:

1- Tradicional: La movilidad IPv6 es administrada por los nodos intervinientes, utilizando las funcionalidades de movilidad del MN y el intercambio de mensajes entre el MN y el HA. Por lo tanto los nodos deben estar preparados para ello. El mecanismo se detalla a continuación:

Un MN puede tener dos direcciones, una local HoA (Home-of-Address) y, en caso de estar en otra red, una dirección dinámica CoA (Care-of-Address). Si se encuentra ubicado en su red local, los paquetes seguirán usando sus reglas convencionales de ruteo con su dirección HoA. En el caso de que se encuentre en una red foránea, y un CN quiera comunicarse con él, usa inicialmente su dirección HoA para enviarle paquetes. Estos paquetes son interceptados por el HA, el cual administra una tabla con información vinculando las direcciones HoAs con las CoAs, como así también túneles desde la red local de las HoAs hacia esas redes foráneas de las CoAs. Los paquetes destinados al MN llevan una nueva cabecera IP con la dirección CoA que en-

capsula la cabecera original con la dirección HoA. En el extremo final del túnel los paquetes son desencapsulados por el MN, eliminando la cabecera IP añadida.

2- Movilidad administrada por la red (NETLMM): es un enfoque novedoso que permite que sea posible implementar movilidad IPv6 en nodos sin involucrar el envío de mensajes de movilidad entre un MN y el HA. Esto es una ventaja respecto a movilidad tradicional ya que no se requiere modificaciones en el software del MN. De esta manera ni el MN ni el CN participan en el intercambio de mensajes con el HA; este es el caso del protocolo PMIPv6 [11].

Las entidades principales en la infraestructura de NETLMM-PMIPv6 son:

Local Mobility Anchor (LMA): Es un HA con propiedades de proxy y es responsable de que el MN sea accesible. Topológicamente es el punto de origen (anchor point) para los prefijos de red origen (home network prefix(es)) del MN.

Mobile Access Gateway (MAG): En general es un router que administra la movilidad en nombre del MN. Reside en la red local del MN. Es responsable de detectar los movimientos del MN a y desde la red local y está involucrado en el registro del MN en el LMA.

Puede haber múltiples LMA en un dominio Proxy Mobile, cada uno sirviendo a diferentes grupos de MN.

Desde la perspectiva de cada MN, todo el dominio PMIPv6 parece un simple enlace. La red asegura que el MN no detecte ningún cambio con respecto a su capa de red, incluso si cambia su punto de enlace en la red.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Podemos decir que movilidad IP es un tema aún en investigación y crecimiento, por lo cual decidimos seguir esta línea de desarrollo.

El grupo de tecnología IPv6, perteneciente al

grupo UTN GridTICS, se constituyó en 2005 y ha tenido una vasta actividad y experiencia. Es reconocido como uno de los grupos pioneros en IPv6 de la región. El grupo ha realizado trabajos en las siguientes áreas: transición IPv6, movilidad IPv6, Computación distribuida para la visualización, VoIPv6, 6lowPAN de las cuales se han realizado publicaciones [12, 13], presentación en congresos [14, 15, 16], cursos de grado, posgrado, asistencia a tesinas de grado [17] y tesis de posgrado. Además de participar activamente en ISOC, IETF y LACNIC para la promoción y difusión de IPv6 [18, 19, 20], siendo también socio activo de la IPv6 Task Force Argentina [21].

Resultados y Objetivos

Resultados preliminares:

Se realizó investigación sobre los estándares disponibles para protocolos de Movilidad en general, entre ellos Movilidad IPv6 (MIPv6) y Proxy de Movilidad IPv6 (PMIPv6) [22,11]

Se realizaron cursos internos de capacitación en el contexto del grupo GridTICS referidos a los mecanismos utilizados por dichos protocolos.

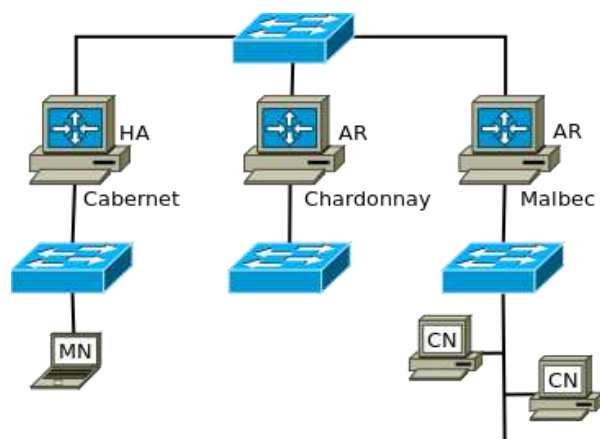


Figura 1

Se realizó el relevamiento de las distintas redes que componen SARA Operation.

Se implementó una red experimental IPv6 dentro de la red de avanzada SARA Operation para lo cual, se determinó y configuró el plan

de numeración con direcciones IPv6 globales, se utilizaron protocolos de enrutamiento estáticos para evitar sumar complicaciones a la configuración de los protocolos de movilidad.

Se verificó el funcionamiento correcto de la red utilizando herramientas de monitoreo, como netstat, wireshark, tcpdump, nc, nmap, etc.

Se puede ver en la figura 1, la topología de la red experimental desarrollada.

Se diseñó la arquitectura de MIPv6 y se implementó en la red SARA Operation. Luego de una comparativa entre distintos Sistemas Operativos libres, se seleccionó GNU/Linux Distribución Fedora Core 14 por la disponibilidad de paquetes y módulos pre-compilados que permitieron montar sin problemas MIPv6, como así también el demonio RADV.

Una vez instalado el mencionado Sistema Operativo en todos los nodos, se implementó el stack de movilidad en los MN y en los HA dentro del ámbito de la red de avanzada SARA-Operation.

Tanto en el MN como en el HA se ejecutaba el demonio UMIP versión 0.4 en espacio de usuario. Este demonio permitía administrar los túneles y asociaciones de cada MN. Para ello hizo uso intensivo del framework XFRM, manipulando el encabezado de los paquetes IPv6. Ya que UMIP no está disponible en los repositorios de las principales distribuciones Linux se debió compilar desde su código fuente [23].

Por otro lado, se delegó el manejo de los encabezados de extensión IPv6 específicos de movilidad al kernel. En las versiones actuales del kernel (3.x), es necesario recompilar el mismo para que incorpore soporte para movilidad. Éste fue el motivo principal para la selección de Fedora Core 14.

Se realizaron las configuraciones necesarias y luego las pruebas correspondientes verificando la correcta funcionalidad de MIPv6 trasladando el MN de una red a otra.

Se realizó la medición del tiempo de handover cuando el MN cambiaba de red, para aplicaciones tradicionales como ftp, ssh, http, etc. y aplicaciones de tiempo real como streaming de datos y voip. Se realizaron pruebas utilizando como HA tanto un router WIFI Linksys con Open WRT como también un router Cisco 2801V para la comparación de performance y su interacción con el resto de los nodos con GNU/Linux Distribución Fedora Core 14.

Se realizaron además ensayos utilizando IPsec permitiendo comparar su desempeño respecto a cuándo no se utiliza.

Se puede ver la topología en la figura 2.

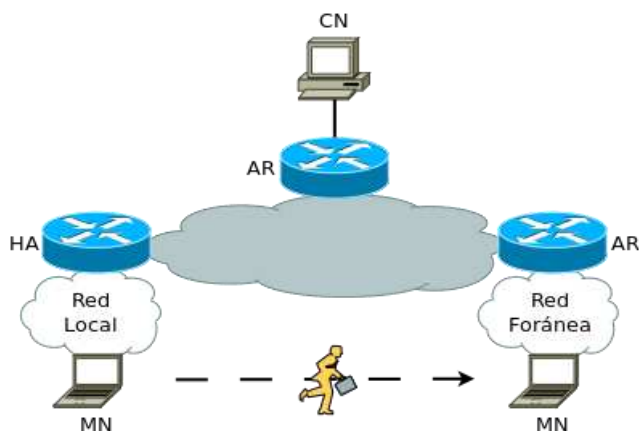


Figura 2

Se diseñó la arquitectura de PMIPv6 y se implementó en la red SARA Operation.

La arquitectura quedó formada por un LMA, dos MAG, un CN y un MN para armar una red básica basada en PMIPv6.

Para el LMA y los MAG se utilizaron Kernel Linux en Fedora con soporte de movilidad.

Con respecto al MN y al CN, no fue necesario que el kernel tenga soporte de movilidad.

Como software móvil se utilizó UMIP versión 0.4 [24] con el parche de proxy mobile.

Se evaluó su funcionamiento pero no fue satisfactorio. Al cambiar el MN de red el demonio UMIP finalizaba anormalmente. Por lo tanto se debió modificar el código fuente

del parche para lograr un correcto funcionamiento.

Se realizó la medición de handover cuando el MN cambiaba de red, para aplicaciones tradicionales como ftp, ssh, http, etc. y aplicaciones de tiempo real como streaming de datos, voip, etc.

Se puede ver la topología en la figura 3.

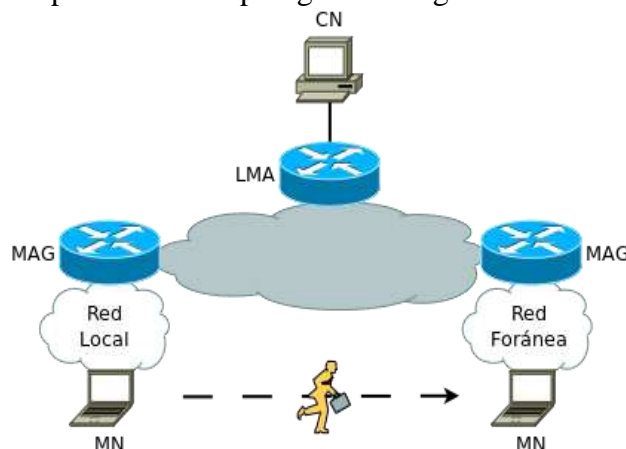


Figura 3

Objetivos a futuro:

Evaluar el desempeño, ventajas, desventajas, facilidad de manejo, configuración, instalación, etc. de ambos protocolos.

Evaluar el comportamiento de MIPv6 y PMIPv6 para casos de handover, ejecutando aplicaciones tradicionales.

Evaluar el comportamiento de MIPv6 y PMIPv6 para casos de handover, ejecutando aplicaciones de tiempo real.

Formación de Recursos Humanos

En el proyecto participan un doctorando docente con beca UTN, un doctorando docente UTN, 2 investigadores graduados con becas BINID UTN y un becario alumno con beca UTN.

Referencias

- [1] The Internet2 Net - www.internet2.edu
- [2] The high-bandwidth, academic Internet serving Europe's research and education community - www.geant2.net

- [3] Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas www.redclara.net
- [4] Red Nacional de Investigación y Educación Argentina - www.innova-red.net
- [5] James Solomon "Mobile IP: The Internet Unplugged" 1st. Edition. 1997, ISBN: 978-0138562465
- [6] Informe LACNIC, "Distribuciones/Asignaciones IPv4, espacio disponible y pronósticos-
www.lacnic.net/web/lacnic/reporte-direcciones-ipv4
- [7][8] Kevin Fall - Richard Stevens "TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols" 2nd. Edition 2011, ISBN 978-0321336316
- [9] Peter Loshin "IPv6: Theory, Protocol and Practice", Morgan Kaufmann, Segunda Edición, 2004, ISBN 1-55860-810-9.
- [10] Qing Li, Tatuya Jinmei "Mobile IPv6: Protocols and Implementation" 1st. Edition. 2010, ISBN: 978-0123750754
- [11] "Proxy Mobile IPv6" - tools.ietf.org/html/rfc5213
- [12] C Pérez Monte, M Robles, G Mercado, C Taffernaberry, M Orbiscay, S Tobar, R Moralejo y S Pérez, "Implementation and Evaluation of Protocols Translating Methods for IPv4 to IPv6 Transition", Journal of Computer Science & Technology, ISSN 1666-6038 Vol. 12 No. 2 August 2012
- [13] C Perez Monte, F Piccoli, C Luciano, S Rizzi, G Bianchini, P Caymes Scutari. "Estimation of Volume Rendering Efficiency with GPU in a Parallel Distributed Environment", Procedia Computer Science, Vol 18, 2013, Pag 1402–1411, 2013 International Conference on Computational Science
- [14] C Taffernaberry "6LoWPAN - IPv6 para WSN", SASE - Simposio Argentino de Sistemas Embebidos 2012, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Agosto 2012.
- [15] G Mercado, C Pérez Monte, C Taffernaberry, M Robles, M Orbiscay, S Tobar, R Moralejo, y S Pérez, "Implementación y Evaluación de métodos de Traslación de Protocolos para la transición IPv4-IPv6". Anales del CACIC 2011, ISBN 978-950-34-0756-1, UNLP, La Plata, Octubre 2011.
- [16] C. Taffernaberry, G. Mercado, S. Tobar, C. Pérez Monte, P. Clérigo, I. Robles, M. Orbiscay, S. Pérez, R. Moralejo, "PMIPv6: Análisis, Evaluación y Comparación de ambientes Proxy Mobile IP en versión 6, aplicado a Redes de Avanzada", Anuales del WICC 2011. XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, ISBN 978-950-673-892-1, UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2011.
- [17] C Tvioli, A Gatti, G Mercado y C Taffernaberry "QoSIP Meter: Sistema de determinación de condiciones de calidad de servicio en transmisiones de audio/vdeo en tiempo real sobre Internet" CASE 2012 LIBRO DE TRABAJO pag. 263-264 ISBN 978-987- 9374-82- Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Agosto 2012.
- [18] Robles I, Orbiscay M. "Educando en IPv6 a través de Conferencias y Talleres Abiertos", LANIC 18/ LACNOG 2012, Montevideo, Uruguay, Oct 2012
- [19] G. Mercado y C. Taffernaberry, "6LoWPAN IPv6 for Wireless Sensor Network", LACNIC XVI LACNOG 2012 ION, Buenos Aires, Oct 2011
- [20] G. Mercado "6LoWPAN IPv6 for Wireless Sensor Network", 9° Foro Latinoamericano de IPv6, LACNIC XV 2011, Cancun - Mexico 15 al 20 de mayo de 2011.
- [21] Task Force IPv6 AR www.ipv6.org.ar
- [22] "Diameter Proxy Mobile IPv6: Mobile Access Gateway and Local Mobility Anchor Interaction with Diameter Server" - tools.ietf.org/html/rfc5779
- [23] "Umip Source Code" - git.umip.org
- [24] "How to use our set of PMIPv6 patches"- <http://www.umip.org/contrib/umip-pmipv6.html#config>